

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB WASTE PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG DI KOTA SURABAYA DENGAN METODE EXPECTED MONETARY VALUE

Bramantya Fidiansyah Putra^a dan I Putu Artama Wiguna^b

Abstract: Generally, the term of waste can be defined as activities that cost both directly or indirectly and use physical and non-physical resources, but it does not add value or progress for the product. Waste occurring in a construction project could be in physical or non-physical form. A lot of main factors cause the existence of waste in a construction project, which are internal factors and external factors. Surabaya is a big city having the high growth-rate of building construction, so there are many projects buildings now. The probability of waste existence can be high too, because of this non-stop building processes. This research aims to find the main cause of waste in the project and the influence of its mitigation. The population of this research is building construction projects in Surabaya that generate waste. The sampling technique is purposive technique sampling. This study uses data collection techniques by questionnaires and interviews about the factors that cause waste in 15 building construction projects. The taken data are probabilities, and impact of waste cause variables. This research uses Fault Tree Analysis method, Monte Carlo, and Expected Monetary Value. This number of probability and the impact of the factors are calculated to gain the expected monetary value. The greatest value of this number indicates the main waste factor. The result of this research indicates three biggest cause of waste based on EMV value. They are owner making design change when construction have been running, less competent planners, and miscommunication happened in design planning. While, the largest category of waste causes is design category.

Keywords: Waste, building, monte carlo, fault tree analysis, expected monetary value

Abstrak: Secara umum, waste dapat didefinisikan sebagai semua kegiatan yang membutuhkan biaya langsung atau tidak langsung dan menggunakan sumber daya fisik dan non-fisik, tetapi tidak menambah nilai atau kemajuan untuk produk. Waste yang terjadi dalam proyek konstruksi dapat meliputi waste fisik maupun non-fisik. Banyak sekali faktor yang menjadi penyebab munculnya waste dalam suatu proyek konstruksi, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Kota Surabaya merupakan salah satu kota besar yang memiliki laju pembangunan gedung yang cepat, sehingga pada saat ini terdapat banyak sekali proyek gedung bertingkat. Oleh sebab itu, kemungkinan terjadinya waste sangat besar karena pembangunan yang terus menerus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab waste terbesar pada proyek tersebut dan bagaimana mitigasinya. Populasi penelitian ini adalah proyek konstruksi gedung di Kota Surabaya yang menghasilkan waste. Pengambilan sampel pada populasi dilakukan dengan teknik purposive sampling. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa kuisioner dan wawancara mengenai faktor-faktor yang menyebabkan adanya waste pada 15 proyek konstruksi gedung. Data yang diambil dari responden adalah data probabilitas dan dampak terhadap masing-masing faktor penyebab waste. Proses pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode Fault Tree Analysis, Monte Carlo, and Expected Monetary Value. Hasil expected monetary value terbesar menunjukkan faktor tersebut merupakan faktor penyebab waste yang utama. Hasil penelitian menunjukkan tiga penyebab waste terbesar berdasarkan nilai EMV adalah owner melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan, perencana yang kurang berkompeten, dan terjadi miskomunikasi dalam perencanaan desain. Sedangkan kategori penyebab waste yang terbesar adalah dari segi desain.

Kata Kunci: Waste, gedung, monte carlo, fault tree analysis, expected monetary value

PENDAHULUAN

Biaya proyek yang melebihi anggaran merupakan salah satu faktor resiko yang dihadapi pemangku pekerjaan. Biaya yang berlebih tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah terjadinya waste yang merupakan hasil suatu pekerjaan namun tidak menambah progres proyek secara keseluruhan. Material dalam sebuah proyek konstruksi gedung sangat rentan

terhadap pemborosan akibat kesalahan penanganan material, sehingga akan menjadikan material tersebut menjadi waste atau tidak terpakai. Munculnya waste dalam proyek gedung sangat terkait dengan metode pelaksanaan konstruksi, adanya proses pemilahan dan penggunaan kembali fasilitas untuk waste konstruksi di lokasi proyek, dan tingkat pendidikan dan keahlian para pekerja. [1]

Dalam proyek tersebut tentunya tidak terlepas dari munculnya material waste. Menurut penelitian oleh Intan[2] pada kasus ruko di Kota Surabaya, banyak material konstruksi yang menjadi potensi waste. Hal ini merupakan sesuatu yang harus diminimalisir oleh pihak kontraktor. Penelitian tersebut menyebutkan bahwa volume material sisa terbesar adalah material batu bata dan pasir.

Penelitian terdahulu [3],[4], mengungkapkan terdapat banyak faktor yang dapat menghasilkan waste di dalam sebuah proyek baik berupa waste berbentuk fisik maupun waste yang berbentuk non-fisik. Berbagai faktor tersebut

^aStudent in the Department of Civil Engineering, Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS), ITS Campus, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia. Email: bramantya.fidiansyah@gmail.com

^bLecturer in the Department of Civil Engineering, Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS), ITS Campus, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia. Email: artama.wiguna@gmail.com

Note. The manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on January 01, 2017. This paper is part of the ITS Journal of Civil Engineering, Vol. 34, No. 1, May 2019. © ITS Journal of Civil Engineering, ISSN 2579-9029/2017.

berhubungan dengan desain, pekerja proyek, pengadaan proyek, pengawasan, hingga faktor eksternal seperti adanya kerusakan oleh pihak luar dan juga faktor cuaca yang juga cukup menentukan berjalannya progres proyek. Terjadinya faktor penyebab waste tersebut memiliki dampak samping terhadap proyek seperti terjadi keterlambatan proyek dan kebutuhan dana yang juga akan bertambah.

Dengan adanya potensi waste yang ada dan dapat menjadi berlebih, tentunya kontraktor juga harus menyiapkan langkah – langkah apa yang harus dilakukan agar potensi itu tidak berkembang menjadi suatu kejadian yang sebenarnya. Antisipasi ini merupakan suatu usaha mitigasi resiko yang terjadi dalam sebuah proyek. Dengan adanya langkah mitigasi resiko tersebut, diharapkan akan dapat mengendalikan besarnya waste yang terjadi sehingga sumber daya proyek baik material maupun waktu, dapat digunakan dengan maksimal tanpa ada yang terbuang sia – sia.

Kota Surabaya merupakan salah satu kota besar yang memiliki laju pembangunan gedung yang cepat, sehingga pada saat ini terdapat banyak sekali proyek gedung bertingkat. Oleh sebab itu, kemungkinan terjadinya waste sangat besar karena pembangunan yang terus menerus.

Beberapa penelitian terdahulu menggunakan analisa T-Test [1], regresi linear [3], dan tingkat frekuensi [5]. Metode – metode diatas memiliki keterbatasan karena mensyaratkan variabelnya harus terdistribusi normal dan memiliki varian yang sama. Selain itu, juga terdapat hubungan dependensi, artinya satu variabel merupakan variabel tergantung yang tergantung pada variabel lainnya. Di sisi lain metode monte carlo menawarkan bisa mengatasi keterbatasan metode – metode diatas karena data tidak harus terdistribusi normal dan tidak terdapat hubungan dependensial. Pada kenyataannya simulasi Monte Carlo dapat diaplikasikan pada berbagai bidang antara lain manajemen proyek, transportasi, desain komputer, finansial, meteorologi, biologi, dan biokimia.^[3] Simulasi Monte Carlo dapat dipakai karena proyek memiliki sifat yang unik, artinya setiap proyek memiliki karakteristik yang tidak sama satu sama lain.. Dengan menggunakan simulasi Monte Carlo, prosentase probabilitas pada variabel penyebab adanya waste pada konstruksi dapat diketahui. Selain itu, simulasi Monte Carlo yang menghasilkan nilai probabilistik juga mendukung konsep Expected Monetary Value dimana salah satu komponennya adalah berupa peluang atau probabilitas terjadinya suatu peristiwa.

METODOLOGI

Berdasarkan latar belakang, perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, maka jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian eksploratif. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor penyebab waste apa yang terjadi pada proyek konstruksi gedung di Kota Surabaya.

Variabel yang digunakan pada penelitian ini didapat dari literatur dan dari penggalian informasi kepada responden apabila terdapat variabel yang belum ditemukan literatur. Penggalian informasi variabel tambahan pada responden dilakukan pada survei

pendahuluan. Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini dicantumkan pada tabel 1.

Variabel yang diperoleh diukur dengan menggunakan skala kuantitatif, dimana tingkat dampak yang terjadi berkaitan dengan parameter, secara langsung dipengaruhi oleh variabel penyebab resiko. Biasanya skala ini digambarkan dalam bentuk prosentase (1-99%) [4]. Pada

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Kategori	Variabel	Kode
1	Desain	Owner melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan	C1
2	Desain	Perencana kurang berkompeten	C2
3	Desain	Terjadi miskomunikasi dalam perencanaan desain	C3
4	Material	Tempat material kurang baik	C4
5	Material	Kesalahan penanganan material	C5
6	Material	Material tidak dilindungi dengan benar	C6
7	Pekerja	Pekerja tidak care atau memiliki sifat yang buruk	C7
8	Pekerja	Sering terjadi pergantian pekerja	C8
9	Pekerja	Pekerja kurang diseleksi dengan tepat	C9
10	Pekerja	Pekerja kurang pelatihan	C10
11	Pengadaan	Skill staf manajemen pengadaan kurang baik	C11
12	Pengadaan	Perhitungan kurang akurat menyebabkan salah hitung volume	C12
13	Pengadaan	Miskomunikasi antar bagian dalam pengadaan	C13
14	Pengadaan	Material terbuang / tercecer saat transportasi	C14
15	Pengadaan	Material terbuang karena vandalisme atau pencurian	C15

penelitian ini probabilitas diukur dengan range 0,00 hingga 1,00 dimana angka 0,00 menunjukkan kejadian tersebut tidak pernah terjadi dan angka 1,00 menunjukkan suatu kejadian selalu terjadi

Metode yang digunakan dalam memperoleh data – data yang dibutuhkan adalah kuisisioner dan wawancara. Kuisisioner digunakan untuk mendapatkan data - data langsung dari narasumber yaitu responden kuisisioner penelitian. Kuisisioner digunakan untuk mendapatkan penilaian probabilitas dan nilai dampak masing-masing variabel waste yang terjadi pada proyek. Wawancara dilakukan untuk memperdalam informasi yang dibutuhkan sebagai penunjang jawaban yang diberikan oleh responden mengenai pertanyaan yang ada dalam kuisisioner.

Populasi pada penelitian ini adalah proyek konstruksi gedung di Kota Surabaya yang menghasilkan waste. Sedangkan sampel penelitian ini adalah proporsi dari proyek konstruksi gedung tersebut. Pada penelitian ini kuisisioner disebarkan kepada 15 proyek konstruksi gedung di Kota Surabaya. Untuk mendapatkan sampel digunakan metode non-probability sampling dengan teknik purposive sampling, karena tidak diketahui jumlah populasi dalam penelitian ini dan hanya beberapa proyek yang dapat ditemui respondennya.

Responden pada proses pengambilan data adalah project manager dari proyek konstruksi gedung di Kota

Surabaya, karena merupakan orang yang paling mengetahui kondisi proyek yang sebenarnya.

Metode pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini adalah *fault tree analysis*, Monte Carlo, dan *expected monetary value*. Variabel yang diperoleh dari studi literatur didiskusikan dengan responden sehingga didapatkan pengelompokan variabel yang digunakan sebagai bahan untuk menyusun *fault tree analysis*. *Fault tree analysis* digunakan untuk merangkai hubungan penyebab variabel yang menyebabkan waste. Berdasarkan hasil *fault tree analysis*, diketahui bagaimana urutan kejadian sesuai dengan breakdown penyebab waste secara keseluruhan. Kemudian data dari seluruh responden dianalisa dengan metode Monte Carlo. Dari hasil simulasi Monte Carlo, didapat probabilitas dan nilai dampak dari masing – masing variabel secara keseluruhan (semua responden). Selanjutnya, probabilitas tersebut dikalikan dengan nilai dampak (dalam bentuk prosentase nilai proyek) sehingga diperoleh EMV masing – masing variabel.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Survei pendahuluan dilakukan untuk menggali informasi faktor penyebab waste apa saja terjadi pada proyek gedung di Kota Surabaya. Dari analisis kuesioner pendahuluan yang telah dilakukan, maka diketahui faktor – faktor penyebab waste menurut responden. Pohon faktor yang disusun berdasarkan hasil analisis survei pendahuluan sesuai dengan pengelompokan kategori penyebab waste yang dikemukakan oleh Nagapan,[5] ditunjukkan pada gambar 1. Untuk mendapatkan minimum cut set maka dilakukan analisa MOCUS dan hasil rekap keseluruhan minimum cut set faktor yang menghasilkan material waste dapat dilihat pada tabel 2.

Semua event yang didapatkan dengan algoritma MOCUS merupakan basic event, sehingga didapatkan minimal cut set untuk *fault tree* tersebut adalah {C1}, {C2}, {C3}, {C4}, {C5}, {C6}, {C7}, {C8}, {C9}, {C10}, {C11}, {C12}, {C13}, {C14}, {C15}.

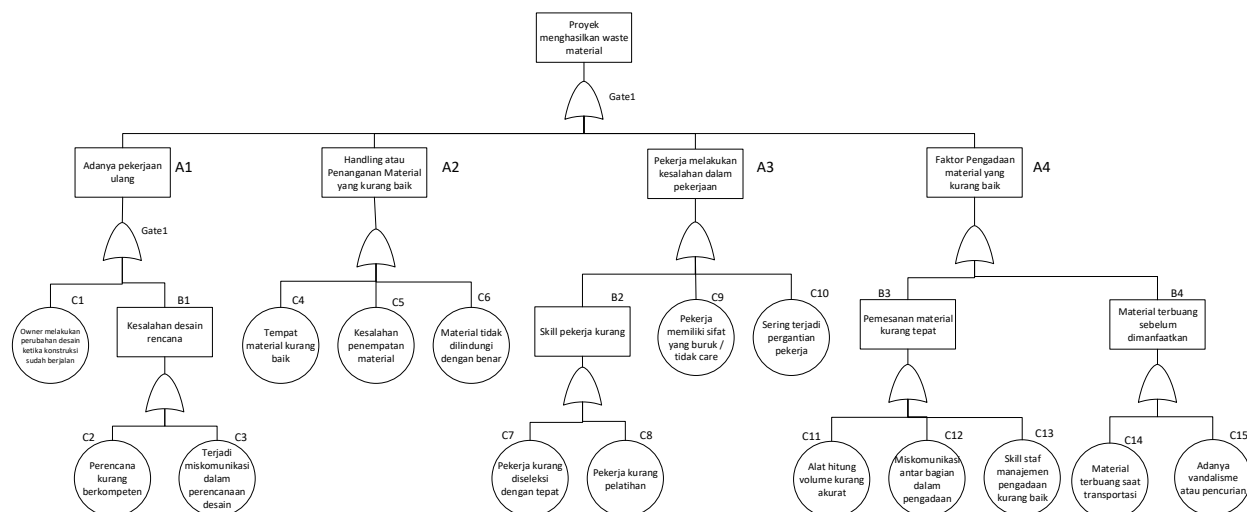
Dalam survei utama, diperoleh probabilitas untuk masing-masing basic event. Masing – masing probabilitas basic event secara keseluruhan pada pohon faktor dapat diperoleh dengan perhitungan setiap cabang pohon faktor.

Tabel 2. Basic Event Penyebab Terjadinya Waste Pada Proyek

No	Kejadian	Penyebab
1	Adanya pekerjaan ulang	<ul style="list-style-type: none"> Owner melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan, Perencana yang kurang berkompeten, Terjadi miskomunikasi dalam perencanaan desain.
2	Handling atau penanganan material kurang baik	<ul style="list-style-type: none"> Tempat material kurang baik, Kesalahan penempatan material, Material tidak dilindungi dengan benar.
3	Pekerja melakukan kesalahan dalam pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja kurang diseleksi dengan tepat, Pekerja kurang pelatihan, Pekerja memiliki sifat yang buruk atau tidak care, Sering terjadi pergantian pekerja
4	Faktor pengadaan material yang kurang baik	<ul style="list-style-type: none"> Alat hitung volume kurang akurat, Miskomunikasi antar bagian dalam pengadaan, Skill staf manajemen pengadaan kurang baik, Material terbuang saat transportasi, Adanya vandalisme atau pencurian

Probabilitas dari sejumlah narasumber diolah dengan simulasi Monte Carlo. Sebelum melakukan perhitungan data probabilitas dengan Monte Carlo, data probabilitas tersebut harus dilihat bagaimana jenis distribusinya, karena perhitungan Monte Carlo dilakukan berdasarkan bentuk distribusi datanya. Sebagai contoh data probabilitas owner (C1) melakukan perubahan desain, dengan data pada tabel 3.

Setelah data C1 dimasukkan, maka program bantu Companion akan otomatis mendeteksi distribusi apa yang paling cocok untuk dilakukan perhitungan Monte Carlo.



Gambar 1. Pohon Faktor Penyebab Waste pada Proyek

Tabel 3. Probabilitas Responden untuk Faktor Owner Melakukan Perubahan Desain

Nama Proyek	Owner Melakukan Perubahan Desain
Swiss Bell Hotel Darmo	0,65
Apartemen Puncak Dharmahusada	0,70
Apartemen Pavilion Permata 2	0,30
Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon	0,50
Apartemen Ciputra	0,80
Tunjungan Plaza 6	0,50
Apartemen Taman Melati	0,30
The Samator	0,60
Amaris Hotel Bintoro	0,50
One Galaxy Apartemen	0,50
Supermall Pakuwon	0,80
Spazio Tower II	0,80

Data C1 pada gambar 2 menunjukkan bahwa data C1 paling cocok dengan distribusi normal. Setelah dilakukan simulasi Monte Carlo, didapat output (gambar 3) untuk variabel C1 adalah 0,57.

Dengan cara perhitungan yang sama, setiap probabilitas dan data biaya dampak basic event dihitung hasil Monte Carlo-nya[6]. Dari perkalian kedua hasil Monte Carlo tersebut, maka didapat nilai Expected

Monetary Value. Hasil probabilitas setiap basic event pohon faktor dan hasil dampak kuantitatif variabel penyebab waste serta perkaliannya ditunjukkan pada tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan kejadian dasar yang menduduki peringkat pertama atau terbesar adalah owner melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan, kemudian di urutan kedua adalah perencanaan yang kurang berkompeten, dan yang memiliki nilai EMV terbesar ketiga adalah terjadi miskomunikasi dalam perencanaan desain.

EMV pada Intermediate Event Level 2

Untuk mengetahui probabilitas intermediate event maka dilakukan perhitungan numerik yang bersifat bottom-up approach. Sebagai contoh, perhitungan intermediate event pada level 2, yaitu variabel adanya pekerjaan ulang (A1). Variabel A1 memiliki gate OR dimana komponennya adalah C1 dan B1. Variabel B1 juga memiliki gate OR dengan komponen C2 dan C3. Jadi, perhitungan probabilitas A1 dimulai dari perhitungan variabel B1.

$$P(B1) = P(C2 \cup C3)$$

$$P(B1) = 1 - (1 - P(C2)) \cdot (1 - P(C3))$$

$$P(B1) = 1 - (1 - 0,42) \cdot (1 - 0,54) = 0,73$$

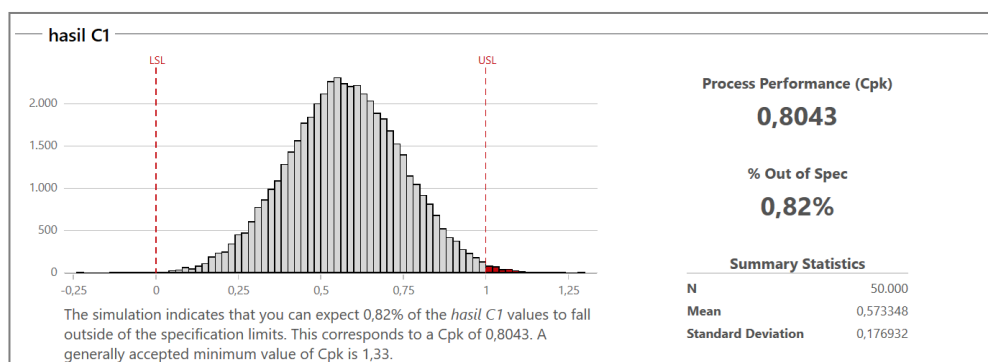
Maka,

$$P(A1) = P(C1 \cup B1)$$

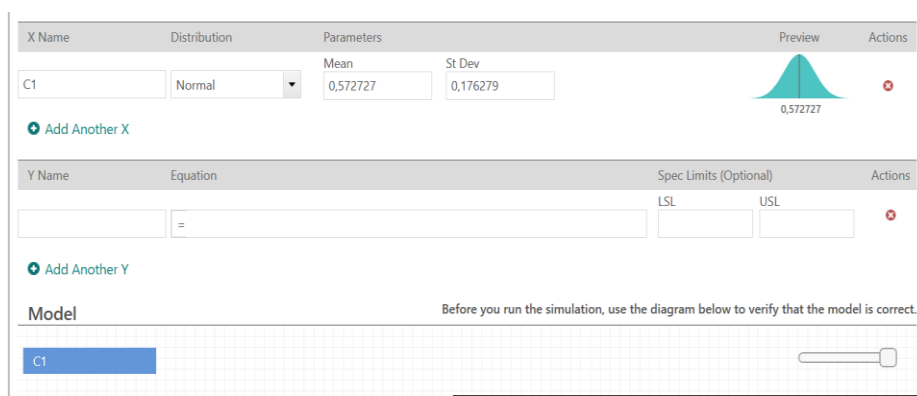
$$P(A1) = 1 - (1 - P(C1)) \cdot (1 - P(B1))$$

$$P(A1) = 1 - (1 - 0,57) \cdot (1 - 0,73) = 0,89$$

Pada intermediate event A2, A3, A4 juga dilakukan perhitungan numerik seperti di atas. Setelah didapatkan hasil probabilitasnya, maka dilakukan perhitungan EMV.



Gambar 3. Hasil Output Variabel C1



Gambar 2. Hasil Best Fit Distribution untuk Variabel C1

Tabel 4. Nilai Expected Monetary Value Dampak Penyebab Material Waste

Kategori	Kode	Variabel	Nilai Probabilitas	Nilai Dampak	Expected Monetary Value
Desain	C1	Owner melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan	0,57	11,03%	6,29%
	C2	Perencana kurang berkompeten	0,42	5,34%	2,24%
	C3	Terjadi miskomunikasi dalam perencanaan desain	0,54	3,74%	2,02%
Handling	C4	Tempat material kurang baik	0,41	3,61%	1,48%
	C5	Kesalahan penempatan material	0,28	3,48%	0,97%
	C6	Material tidak dilindungi dengan benar	0,41	3,47%	1,42%
Pekerja	C7	Pekerja tidak care atau memiliki sifat yang buruk	0,43	4,21%	1,81%
	C8	Sering terjadi pergantian pekerja	0,53	2,93%	1,55%
	C9	Pekerja kurang diseleksi dengan tepat	0,40	2,96%	1,18%
	C10	Pekerja kurang pelatihan	0,32	2,97%	0,95%
Pengadaan	C11	Skill staf manajemen pengadaan kurang baik	0,21	2,95%	0,62%
	C12	Alat hitung kurang akurat menyebabkan salah hitung volume	0,42	2,61%	1,10%
	C13	Miskomunikasi antar bagian dalam pengadaan	0,35	2,22%	0,78%
	C14	Material terbuang / tercecer saat transportasi	0,45	3,67%	1,65%
	C15	Material terbuang karena vandalisme atau pencurian	0,49	2,33%	1,14%

Untuk nilai dampak diambil dari nilai dampak basic event yang paling besar, sehingga mewakili nilai dampak terbesar yang muncul akibat dari intermediate event tersebut. Hasil EMV intermediate event ditampilkan pada tabel 5. Apabila dari setiap kategori saling dibandingkan EMV-nya maka kategori desain merupakan kategori yang memiliki nilai terbesar yaitu 9,82%.

Dari hasil analisis yang didapatkan, dapat diketahui resiko yang dominan terjadi yang berkaitan dengan adanya waste di proyek konstruksi. Risiko tersebut adalah adanya pekerjaan ulang akibat adanya perubahan desain. Pekerjaan ulang terjadi akibat adanya perubahan desain dari owner, dan juga kesalahan perencana yang tidak kompeten serta adanya miskomunikasi dalam perencanaan desain. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa perubahan desain merupakan salah satu faktor kunci yang menyebabkan adanya waste pada tahap konstruksi.[7] Perubahan desain didefinisikan sebagai perubahan lingkup pekerjaan terhadap kontrak awal yang mengatur perjanjian antara owner dan kontraktor.[7]

Seringkali perubahan desain bukan disebabkan oleh pihak kontraktor. Perubahan desain dapat meliputi perubahan dari segi arsitektural, struktural, drainase dan plumbing, atau aspek lainnya.

Adanya permintaan perubahan desain ini berdampak pada terjadinya pekerjaan pembongkaran atau pekerjaan ulang. Sehingga material yang sudah menjadi produk tersebut harus dibongkar dan menjadi waste. Selain itu, dengan adanya perubahan desain juga mengakibatkan adanya keterlambatan waktu pelaksanaan dari schedule yang sudah direncanakan, seperti yang dikemukakan oleh Kaming [9]. Penelitian oleh Assaf dan Al-Hejji [10] juga menyatakan bahwa penyebab utama adanya delay atau keterlambatan proyek adalah perubahan permintaan oleh owner pada masa konstruksi.

Faktor penyebab waste yang juga dominan adalah adanya miskomunikasi dalam perencanaan desain dan perencana yang kurang berkompeten. Dalam penelitiannya, Nagapan [5] mengemukakan bahwa adanya miskomunikasi dapat berkontribusi terhadap munculnya waste pada sebuah proyek. Adanya ketidaksepahaman

Tabel 5. Hasil EMV pada Intermediate Event

Kategori	Kode	Variabel	Nilai Probabilitas	Nilai Dampak	Expected Monetary Value
Desain	A1	Adanya pekerjaan ulang	0,89	11,03%	9,82%
Handling	A2	Penanganan material kurang baik	0,75	3,61%	2,71%
Pekerja	A3	Pekerja melakukan kesalahan pekerjaan	0,89	4,21%	3,75%
Pengadaan	A4	Pengadaan material yang kurang baik	0,92	3,67%	3,36%

antara berbagai pihak dalam proyek dapat menyebabkan perubahan pekerjaan atau pembongkaran terhadap pekerjaan yang sudah dikerjakan. Dalam penelitiannya, berbagai elemen dalam suatu proyek harus secara berkala memiliki komunikasi yang jelas dan lancar baik dengan berdiskusi atau koordinasi lainnya untuk menghasilkan suatu gambar final sehingga produknya yang sudah dikerjakan sesuai dengan yang diinginkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisis, tiga faktor terbesar yang menjadi penyebab adanya waste pada proyek gedung di Kota Surabaya adalah owner melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan, perencana yang kurang berkompeten, dan terjadi miskomunikasi dalam perencanaan desain. Ketiga faktor tersebut termasuk dalam kategori desain, kategori yang paling dominan dibandingkan dengan kategori material, pekerja, dan pengadaan.

SARAN PENELITIAN LANJUTAN

Berdasarkan analisis dan kesimpulan, saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya dapat membahas faktor penyebab waste lebih dalam pada salah satu kategori waste dan dengan memperoleh data yang cukup luas.
2. Untuk penelitian dengan tema yang sama, dapat digunakan metode yang lain untuk mengolah data yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jailoon, L.; Poon, C. S.; dan Chiang, Y. H., "Quantifying The Waste Reduction Potential of Using Prefabrication in Building Construction in Hong Kong," *Waste Management*, 2009, pp. 309-320.
- [2] Intan, S., "Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi: Sumber Penyebab, Kuantitas, dan Biaya," *Civil Engineering Dimension*, V. 7, 2005, pp. 36-45.
- [3] Alwi, S.; Hampson, K.; dan Mohammed, S., "Non Value-Adding Activities in Australian Construction Project," *International Conference on Advancement in Design, Construction, Construction Management and Maintenance of Building Structure*, 2002.
- [4] Nagapan, S.; Rahman, I. A.; dan Asmi, A. (2012). "Factors Contributing to Physical and Non-Physical Waste," *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, V. 1, 2012, pp 1-10.
- [5] Iriana, H., "Analisis Penanganan Material Waste pada Proyek Perumahan di Surabaya", Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah Tahun 2009, pp. 147-154
- [6] Kwak, Y. H.; dan Ingall, L., "Exploring Monte Carlo Simulation Applications For Project Management," *Risk Management*, V. 9, 2004, pp. 44-57.
- [7] Grimaldi, S.; Hillson, D.; dan Rafele, C., "Understanding Project Risk Exposure Using the Two-Dimensional Risk Breakdown Matrix," *PMI Global Congress Proceedings*, 2005.
- [8]. Fadjar. A, "Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek," *Jurnal SMARTek*, V. 6, No. 4, Nopember 2008, pp. 222-227.
- [9]. Kaming P, Olomolaiye P, Holt G, Harris F. (1997), "Factors Influencing Construction Time and Cost Overruns on High-Rise Projects in Indonesia", *Construction Management Economy*, hal. 83-94.
- [10].Assaf, S.A., dan Al-Hejji, S., (2006), "Causes Delay in Large Construction Projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 24, hal. 349-357